

Конструкція книги завжди наповнюється текстовими фрагментами, які безпосередньо зв'язані з ІN. Мінімальні текстові наповнення, які є обов'язковими, представляють собою назву ІN, а ідентифікаційні дані автора ІN, а також інші дані, що інформують про видавництво, яке відповідну книжку випродукувало, рік видавництва, офіційні дані видавництва, що свідчать про його уповноваженість до видавничої діяльності.

Якщо розглядати KB, як продукт художньої творчості, то інформаційне наповнення конструкції книжки повинно бути більш повним. В цьому випадку, елементом творчості є не тільки зміст тих фрагментів тексту, що розміщуються в рамках конструкції книжки, а і форма представлення відповідного тексту. Під формою представлення розуміється кольор шрифтів, графіка шрифтів їх місце розміщення і т.д.

1. *Zipf G.K.* Human beharar and the principle of least effort. Adolison – Wesley, Reading MA, (USA) 1949.
2. *Афанасьев А.Н.* Формальные языки и грамматики, Ульяновск: УлГТУ, 1997.-82с.
3. *Шевчук А.В.* Використання теорії формальних граматик для розв'язування задач побудови графічних засобів захисту поліграфічної продукції // Вісник житомирського державного технол. Університету ЖТГІ, №3,2002.
4. *Будько М.М.* Біометрична інформація та ідентифікація особи./ Київ. Укр ІНТЕІ.200.

Поступила 2.02.2010р.

УДК 004.942

Р.А. Бунь^{1,2}, У.І. Матвійчук¹

ГЕОІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ ЕМІСІЙ ТА ПОГЛИНАНЬ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ У ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Summary. An approach for formation of mathematical models for spatial analysis of emission and sink of greenhouse gases in forestry sector of Zakarpattia region has been presented. The created geoinformation technology gives a possibility of georeferenced database formation, and spatial cadastre calculation for emissions and sinks.

Keywords: mathematical modeling, geoinformation technology, greenhouse gas inventory, forestry sector, Zakarpattia region.

Анотація. Представлено підхід до формування математичних моделей для просторового аналізу процесів емісії та поглинання парникових газів у лісовому

¹ Національний університет "Львівська політехніка"

² Академія інформатики та управління м.Бельско-Бяла, Польща

господарстві Закарпатської області. Розроблена геоінформаційна технологія дає можливість формувати георозподілену базу даних та будувати просторові кадастри емісій і поглинань.

Ключові слова: математичне моделювання, геоінформаційна технологія, інвентаризація парникових газів, лісове господарство, Закарпатська область.

Вступ. В процесі росту ліси поглинають вуглекислий газ і цим зменшують парниковий ефект, а отже відіграють неабияку роль в плані покращення вуглецевого балансу атмосфери. Останнім часом людство серйозно стурбоване зміною клімату та можливими наслідками такої зміни. Багато країн, а особливо бідніші, потерпають від зміни клімату. Клімат Землі залежить від багатьох факторів – одні зумовлюють потепління, інші – похолодання. Таким чином, види діяльності людини, що спричинюють кліматичні зміни, мають різні наслідки. Одні з них викликають парниковий ефект і підвищують температуру (як вирубування лісів), інші – поглинають парникові гази і ведуть до зниження температури (насадження лісів). На думку багатьох спеціалістів для стабілізації клімату та для зменшення концентрації парникових газів в атмосфері необхідні великі ресурси. Тому актуальними є розробки регіональних підходів, які враховують особливості окремих територій, детальніше відображають відмінності між екосистемами [1-3]. Метою цієї роботи є представлення математичного апарату та геоінформаційної технології для просторового аналізу вуглецевого балансу в лісовому господарстві Закарпатської області.

Специфіка об'єкту дослідження та формування цифрової карти. Закарпатська область є однією з найбільш лісистих областей України. Область знаходиться в межах двох великих фізико-географічних одиниць – Карпатської гірської (4/5 території) та Закарпатської низовинної. Ліси займають площу 7240 кв.км, що складає 54,2% площі області. До основних лісоутворюючих порід відносяться: смерека, ялиця біла, ялина, дуб скельний, дуб звичайний, бук, граб, черешня, береза та інші. Твердолистяні породи становлять – 62,2%, хвойні – 29,9%. Враховуючи ці особливості області для здійснення аналізу вуглецевого балансу вибрано такі основні типи лісу, які мають найбільший вплив на стік вуглецю: середньоевропейські букові та дубові ліси, середньоевропейські темнохвойні, широколистяно-темнохвойні ліси та похідні угруповання, дубові та дубово-грабові ліси.

Для аналізу вуглецевого балансу як вхідні дані використано цифрові карти потенційної та реальної рослинності регіону. Карта потенційної рослинності відображає, який тип лісу міг би рости на тій чи іншій території Закарпатської області за умов невтручання людини. Цифрова карта реального лісу відображає, на якій території в теперішній час росте ліс. На основі цих двох карт сформовано вихідну карту, яка відображає реальні території заняті в теперішній час лісом з розбиттям на основні типи лісу (рис. 1).

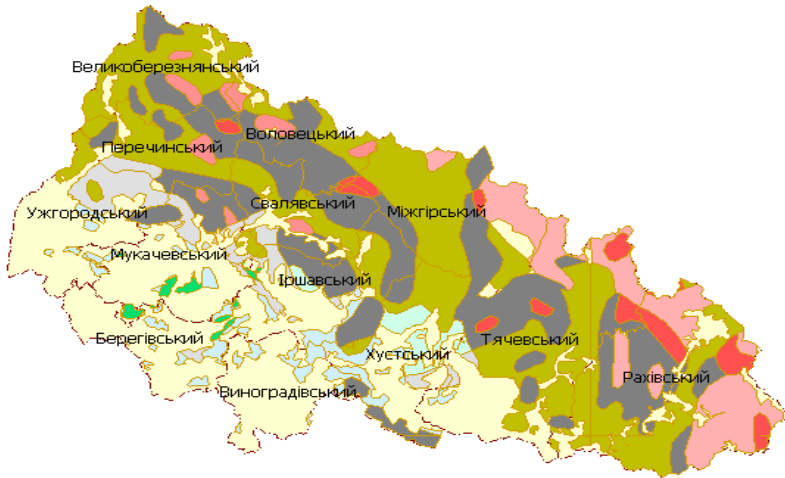


Рис.1. Карта лісів Закарпатської області

Множина елементарних об'єктів для аналізу вуглецевого балансу. Для здійснення просторової оцінки вуглецевого балансу Закарпатської області необхідно насамперед сформувані елементарні об'єкти, в межах яких здійснюватиметься цей аналіз. За основу вибираємо елементарні ділянки лісу, які обмежені границями адміністративних районів і типами лісів, що ростуть на цих ділянках [4, 5]. Загальне число таких елементарних ділянок в межах області визначається формулою

$$N = \sum_{r=1}^R N_r, \quad (1)$$

де N – загальне число ділянок; r – порядковий номер адміністративного району, $r = 1, \dots, R$; R – число районів в області; N_r – число елементарних ділянок в r -му районі. Таким чином, отримуємо множину елементарних об'єктів цифрової карти, які надалі використовуватимемо для оцінки вуглецевого балансу в межах області. Загальне число таких отриманих елементарних об'єктів в межах області позначаємо N_0 .

Інформаційна технологія. У відповідності із розробленою інформаційною технологією здійснюється ітераційний процес для всіх елементарних ділянок ($n = 1, \dots, N_0$). На кожній ітерації виконуються такі операції [6]:

- аналіз елементарного об'єкта і визначення яка частина якого типу лісу є на цій ділянці, оцінювання поглинутого вуглецю на цій елементарній ділянці (обчислення кількості нагромадженого за відповідний рік вуглецю у вирощеній стовбурній деревині);

- оцінювання частки вилученого вуглецю з елементарної ділянки (обчислення кількості вуглецю у вирубаній деревині);
- аналіз вуглецевого балансу в елементарному об'єкті.

Після завершення ітераційного процесу і отримання даних щодо вуглецевого балансу для всіх елементарних об'єктів цифрової карти здійснюється візуалізація результатів. Результати інвентаризації містяться в таблиці вихідних даних. По кожному стовпцю цієї таблиці можна побудувати окремих шар цифрової карти, тобто представити результат у вигляді окремої тематичної карти, що дозволяє легше сприймати і аналізувати отриману інформацію.

Математична модель для аналізу нагромадженого вуглецю. Оцінка поглинутого вуглецю m -м типом лісу в n -й елементарній ділянці здійснюється за формулою

$$C_{n,p,t} = k_m P_m s_{n,m}, \quad (2)$$

де k_m – коефіцієнт, який відображає вміст вуглецю у вилученій деревині m -го типу лісу (Мг/м³), P_m – річний приріст стовбурної деревини для m -го типу лісу (м³/км²), $s_{n,m}$ – площа m -го типу лісу в n -й елементарній ділянці (км²).

Коефіцієнт k_m є різним для різних типів лісу і обчислюється за формулою

$$k_m = r_m c_m, \quad (3)$$

де r_m – частка сухої речовини у вилученій деревині, c_m – доля вуглецю в сухій біомасі.

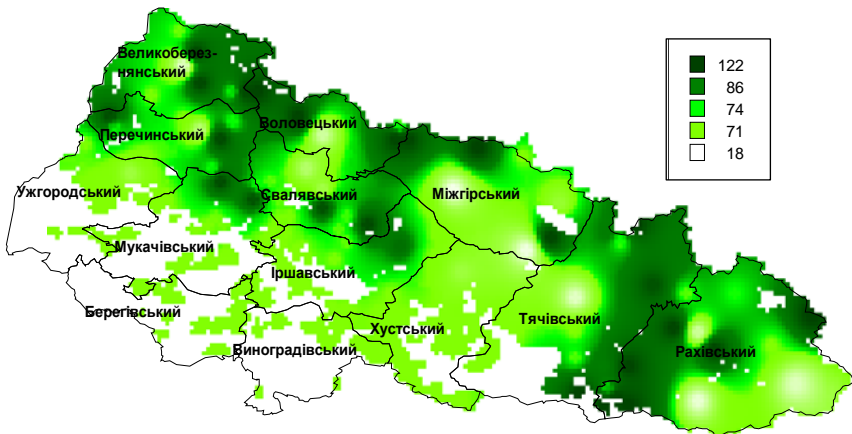


Рис. 2. Карта поглинутого вуглецю (т/км²)

Результати числового моделювання для Закарпатської області показують (рис. 2), що найбільше вуглецю поглинається у Велико-

березнянському і Міжгірському районах, а також значна частина поглинається лісами Рахівського, Воловецького та Свалявського районів. Такі результати можна пояснити великою кількістю лісів на території цих районів, а також складом лісу, адже в основному в цих районах поширені хвойні ліси, які поглинають більше вуглецю, ніж широколистяні.

Математичні моделі для аналізу вилученого вуглецю. Насамперед визначається частка вирубаного лісу у кожному елементарному об'єкті. При цьому робиться припущення, що ліс вирубується рівномірно в межах адміністративного району і рівномірно по породах, тобто

$$V_Y = d_Y / s_{l,Y}, \quad (4)$$

де V_Y – відносна вирубка в r -му районі, d_Y – абсолютна вирубка в цьому районі, $s_{l,Y}$ – площа, зайнята всіма породами лісу в r -му районі. Дані про абсолютну вирубку лісу можна рівномірно розподілити по всіх елементарних ділянках кожного району, тобто:

$$V_Y = d_Y \cdot s_n / s_{l,Y}, \quad (5)$$

де s_n – площа n -ї елементарної ділянки в аналізованому районі, $s_{l,Y} = \sum_{i=1}^{n_r} s_i$ – загальна площа лісу в r -му районі, s_i – площа i -ї елементарної ділянки (елементарного об'єкта), n_Y – число елементарних об'єктів в межах r -го адміністративного району.

Для обчислення кількості вилученого вуглецю з кожної елементарної ділянки використовується формула

$$C_{n,v} = k_v V_n, \quad (6)$$

де k_v – усереднений коефіцієнт вмісту вуглецю у вилученій деревині, V_n – кількість вилученої деревини з n -ї ділянки, яку обчислюємо за формулою

$$V_n = k \cdot \sum_{m=1}^M s_{n,m}, \quad (7)$$

причому $s_{n,m}$ – площа m -го типу лісу на n -й елементарній ділянці, M – загальне число типів лісу, $k = k_m$.

Дані про вирубку лісу по районах можна отримати із статистичних довідників та статистичних щорічників Закарпатської області [7]. Для аналізу вуглецевого балансу використано наступні параметри: середня продуктивність лісу (або приріст), коефіцієнт, що визначає долю вуглецю в сухій біомасі, коефіцієнт, який відображає запас деревини на одиницю площі. Результати числового аналізу показують, що, наприклад, в 2008 р. найбільше вилученого вуглецю було (рис. 3) у Міжгірському, Великоберезнянському, Тячевському, Воловецькому і Рахівському районах, а найменше – в Березівському, Мукачевському та Виноградівському.

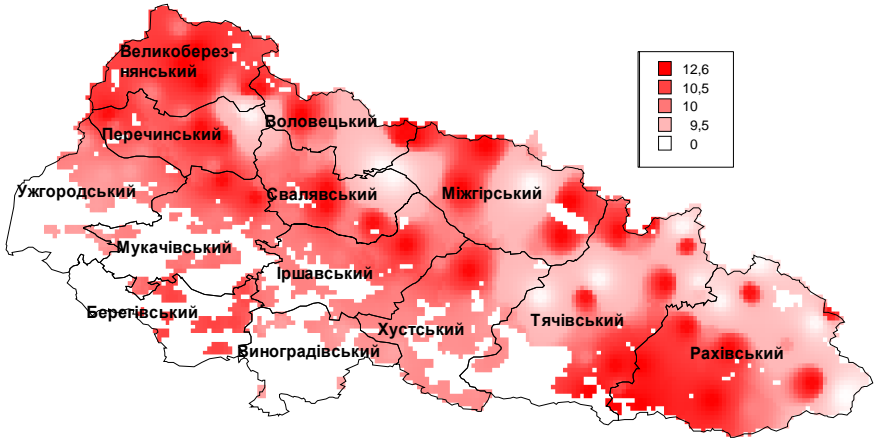


Рис. 3. Карта вилученого вуглецю (т/км²)

Просторовий аналіз вуглецевого балансу. Оцінювання вуглецевого балансу для кожного елементарного об'єкта здійснюється за формулою:

$$\Delta_n = C_{n,p} - C_{n,v}, \quad (8)$$

де $C_{n,p}$ – кількість поглинутого вуглецю у n -му елементарному об'єкті, $C_{n,v}$ – кількість вилученого вуглецю. Вуглецевий баланс n -ї ділянки оцінюємо тоді за допомогою формули

$$\Delta_n = \sum_{m=1}^M C_{n,p,m} - C_{n,v}, \quad (9)$$

яка враховує приріст стовбурної деревини по всіх типах лісу на елементарній ділянці. Сумування цих результатів по всіх ділянках дає вуглецевий баланс області в цілому.

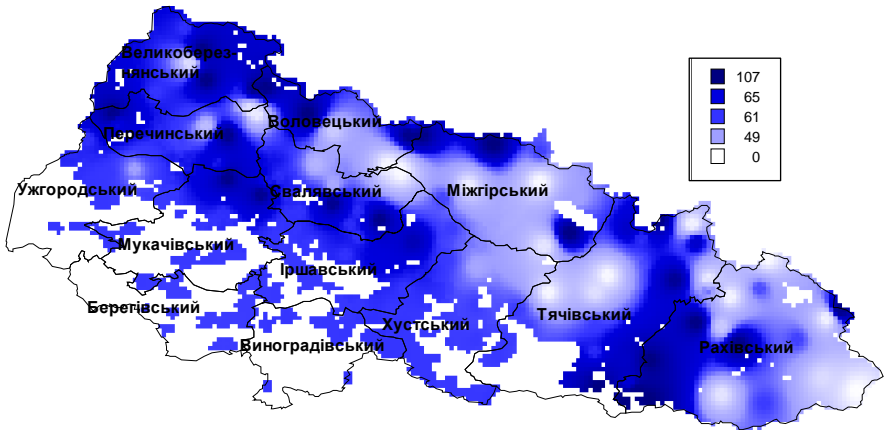


Рис. 4. Карта вуглецевого балансу, т/км²

Геоінформаційна система відображає вуглецевий баланс на рівні елементарних об'єктів (як шар цифрової карти). На основі отриманих просторових результатів можна обчислити відповідні параметри для області в цілому чи для адміністративних районів. Отримані дані показують (рис. 4), що у всіх районах Закарпатської області кількість поглинутого вуглецю значно перевищує кількість вилученого, що є позитивним фактором. Найкраща ситуація спостерігається у Міжгірському районі.

Висновки. Розроблено підхід до формування елементарних об'єктів цифрової карти Закарпатської області, які відповідають окремим ділянкам та типам лісу і максимально адаптовані до реалізації просторового аналізу вуглецевого балансу в секторі лісового господарства області.

Розроблено математичну модель та алгоритм для аналізу нагромадженого в стовбурній деревині вуглецю в процесі росту лісу. Запропоновано математичну модель та алгоритм аналізу вилученого вуглецю в процесі вирубування лісу. Розроблені математичні моделі відображають просторовий розподіл аналізованих величин і дають можливість знаходити вуглецевий баланс для елементарних об'єктів цифрової карти.

На основі відомих статистичних даних здійснено числові експерименти, які показали, що процеси поглинання та вилучення вуглецю відбуваються нерівномірно на території Закарпатської області. Проте показано, що в усіх районах області вуглецевий баланс є додатнім. Проілюстровані результати дають змогу побачити узагальнену картину вуглецевого балансу в області, виявити райони, у яких ситуація в цьому плані є гіршою. Це дає можливість відповідним владним структурам приймати ефективні рішення щодо ведення лісового господарства.

1. *Букиш І. Ф.* Україна та глобальний парниковий ефект. Кн. 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату / *І. Ф. Букиш та ін.* – Київ : АренаЕко, 1998. – 208 с.
2. *Іваненко Н. П.* Україна та глобальний парниковий ефект. Част. I. Джерела і поглиначі парникових газів / *Н. П. Іваненко та ін.* – Київ : Арена-Еко, 1997. – 96 с.
3. *Шевчук В. Я.* Проблеми і стратегія виконання Україною рамкової конвенції ООН про зміну клімату / *В. Я. Шевчук та ін.* – Київ : УІНСіР, 2001. – 96с.
4. *Гамаль Х.* Геоінформаційний підхід до інвентаризації парникових газів на Львівщині / *Х. Гамаль, Н. Терлецька* / Комп'ютерні науки та інженерія : Матеріали 1-ї Міжнар. конф. молодих науковців (CSE-2006). – Львів, 2006. – С. 88-90.
5. *Бунь Р. А.* Математичне моделювання та просторовий аналіз вуглецевого балансу лісів Волинської області / *Р. А. Бунь, Н. М. Баран* // Моделювання та інформаційні технології. – Вип. 54. – 2009. – С. 19-24.
6. Інформаційні технології інвентаризації парникових газів та прогнозування вуглецевого балансу України / *Р. А. Бунь, М. І. Густі, В. С. Дачук та ін.; За ред. Р. А. Буни.* – Львів: УАД, 2004. – 376 с.
7. Статистичний щорічник Закарпатської області за 2008 рік. Част. I. – Ужгород : обласне статистичне управління, 2008. – 400 с.

Поступила 9.02.2010р.